

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-248597

(43)Date of publication of application : 03.09.2002

(51)Int.Cl.

B23K 35/30  
 B22C 9/06  
 B22D 17/22  
 B23K 9/04  
 B29C 33/38  
 C22C 38/00  
 C22C 38/38

(21)Application number : 2001-049786

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 26.02.2001

(72)Inventor : YOSHIYAMA TAKESHI

## (54) HIGH THERMAL CONDUCTIVE COMPOSITE MATERIAL AND METALLIC MOLD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high thermal conductive composite material which has high joint strength and has its joined interface prevented from separation, and provide a metallic mold made of the same.

**SOLUTION:** The high thermal conductive composite material is formed by welding copper or copper alloy to a base material, specifically by applying build-up welding with a thickness of  $\geq 10$  mm. The copper or copper alloy to be bonded contains, by mass%, Si of 0.05–0.45%, preferably 0.10–0.40%. Concretely, the base metal contains, by mass%, C of  $\leq 1.1\%$ , Si of  $\leq 2.0\%$ , Mn of  $\leq 2.0\%$ , and Cr of 18.0%. The metallic mold is made of the high thermal conductive composite material and has a working plane on its base material side.



高熱伝導層  
(接合材料1)

— 接合界面  
母材



高熱伝導層  
(接合材料3)

— 接合界面  
母材

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-248597  
(P2002-248597A)

(43) 公開日 平成14年9月3日(2002.9.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	チ-マ-ト <sup>*</sup> (参考)
B 2 3 K 35/30	3 4 0	B 2 3 K 35/30	3 4 0 Z 4 E 0 9 3
B 2 2 C 9/06		B 2 2 C 9/06	Q 4 F 2 0 2
B 2 2 D 17/22		B 2 2 D 17/22	Q
B 2 3 K 9/04		B 2 3 K 9/04	J
			X
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-49786(P2001-49786)

(22) 出願日 平成13年2月26日(2001.2.26)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 吉山 剛

島根県安来市安来町2107番地2 日立金属

株式会社安来工場内

Fターム(参考) 4E093 NA01 NB09

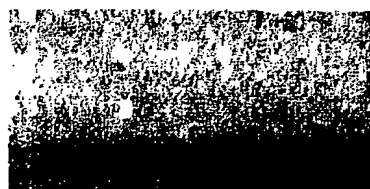
4F202 AJ02 AJ09 AJ12 CA30 CD30

(54) 【発明の名称】 高熱伝導性複合材料および金型

(57) 【要約】

【課題】 接合界面での剥離を抑制した、接合強度の高い高熱伝導性複合材料と、その用いてなる金型を提供する。

【解決手段】 鋼よりなる母材に、銅あるいは銅合金を溶接、具体的には10mm以上の厚さに肉盛溶接接合してなる複合材料であって、その接合される銅あるいは銅合金は、質量%で、Si:0.05~0.45%、好ましくは0.10~0.40%を含む高熱伝導性複合材料である。具体的には、上記母材が、質量%で、C:1.1%以下、Si:2.0%以下、Mn:2.0%以下、Cr:18.0%以下を含む高熱伝導性複合材料である。そして、これら高熱伝導性複合材料からなる金型であって、その母材側に作業面を有する金型である。



高熱伝導層  
(接合材料1)

← 接合界面  
母材



高熱伝導層  
(接合材料3)

← 接合界面  
母材

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼よりなる母材に、銅あるいは銅合金を溶接接合してなる複合材料であって、その接合される銅あるいは銅合金は、質量%で、Si: 0.05~0.45%を含むことを特徴とする高熱伝導性複合材料。

【請求項2】 接合される銅あるいは銅合金は、質量%で、Si: 0.10~0.40%を含むことを特徴とする請求項1に記載の高熱伝導性複合材料。

【請求項3】 接合される銅あるいは銅合金は、肉盛溶接によって接合されていることを特徴とする請求項1または2に記載の高熱伝導性複合材料。

【請求項4】 鋼よりなる母材に、銅あるいは銅合金を10mm以上の厚さに溶接接合してなる複合材料であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の高熱伝導性複合材料。

【請求項5】 母材は、質量%で、C: 1.1%以下、Si: 2.0%以下、Mn: 2.0%以下、Cr: 18.0%以下を含むことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の高熱伝導性複合材料。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれかに記載の高熱伝導性複合材料からなる金型であって、その母材側に作業面を有することを特徴とする金型。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば熱交換器、成形ロール、プラスチック成形金型、ダイカスト金型に適する、高熱伝導性に優れた複合材料およびその用いてなる金型に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】母材の一部に熱伝導性の優れた部材を一体接合した高熱伝導性複合材料は、その高熱部に曝される作業面からの速やかな冷却を要する製品として、熱交換器、成形ロール、プラスチック成形金型、ダイカスト金型等への用途がある。

【0003】従来、高熱伝導性複合材料は、熱伝導性に優れた銅合金等が接合されるが、その複合のための接合手段としては、ロウ付け法、焼きバメ法等が用いられていた。さらに、接合界面の接合強度を上げることを目的に拡散接合を利用した爆着法やHIP（高温アイソスタティックプレス）法を適用することが提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ロウ材を用いた接合による複合材料の製造方法では、ロウ付け温度が母材の焼戻し温度より高温の場合に母材の硬さが低くなることが懸念され、例えば金型とした際の成形サイクル数の低下が発生する。また、溝形状へのロウ付け接合の適用を検討した場合、コーナー部の信頼性が劣る。

【0005】焼きバメ法を用いた接合による複合材料の製造方法では、その接合境界部に空間層（空気層）が発生するため、熱伝導性の妨げとなるし接合境界強度はゼ

ロに等しい。また、管（円筒）の接合形状にしか適用出来ないため、適用形状が非常に少ない。

【0006】爆着法を用いた接合による複合材料の製造方法では、平面への接合は強固のものとなるが、複雑な溝形状への適用となると接合信頼性に問題がある。また、母材と接合材料の双方について精度の高い加工が求められるため、複合材料を得るに高価な製造方法となる。

【0007】上述技術のなかで、HIP法は接合強度および接合の信頼性の面で優位な手段である。しかし、複合材料の特性向上の上で、その接合後に焼入れ・焼戻しを行なうといった場合、双方の接合材料の熱膨張差により接合界面上にて剥離が生じたり、材料変形が生じることも懸念される。また、大型の複合材料を製造しようとした場合、HIP炉に搬入できない問題点もある。

【0008】そこで、本出願人は、高熱伝導性複合金型およびその製造方法として、特願平11-114424（特開2000-301542）の手段を提案した。つまり、作業面が焼き入れ・焼戻し熱処理された鋼からなる金型を焼戻し温度以下に保持しつつ、その非作業面に銅または銅合金の熱伝導層を高エネルギー肉盛溶接により成形させる手段である。本手段は、厚くかつ熱伝導が良く、接合界面にて剥離しない熱伝導層の成形に有効な手段であるが、しかし、高熱伝導層内に微小気泡及びき裂の発生が懸念され、強度低下を生じる問題となることから、改善の余地がある。

【0009】本発明の目的は、上記の課題に鑑み、接合界面での剥離を抑制した、接合強度の高い高熱伝導性複合材料と、その用いてなる金型を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の課題に鑑み、接合強度を得るに有効な接合手段として溶接法による高熱伝導性複合材料を検討した。そして、溶接を用いて健全な高熱伝導層を得るにあたり、その接合強度に影響を与える要因を検討した。その結果、溶接材料の成分組成として、その基本を銅あるいは銅を主体とする銅合金とするに加えて、適量のSiを含有させることで高い熱伝導率を維持したまま、強度の高い接合界面を達成できることを見だし、本発明に到達した。

【0011】すなわち、本発明は、鋼よりなる母材に、銅あるいは銅合金を溶接、具体的には10mm以上の厚さに肉盛溶接接合してなる複合材料であって、その接合される銅あるいは銅合金は、質量%で、Si: 0.05~0.45%、好ましくは0.10~0.40%を含むことを特徴とする高熱伝導性複合材料である。

【0012】加えて、本発明は、上記母材が、質量%で、C: 1.1%以下、Si: 2.0%以下、Mn: 2.0%以下、Cr: 18.0%以下を含むことを特徴とする高熱伝導性複合材料である。そして、これら本発明の高熱伝導性複合材料からなる金型であって、その母

材側に作業面を有することを特徴とする金型である。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】上述したように、本発明の重要な特徴は、その高熱伝導性を付与すべく母材に溶接接合する銅あるいは銅合金について、その成分組成を見直すことで接合強度の向上に有効な手段を見いだしたところにある。具体的には、その接合する材料に0.05~0.45%、好ましくは0.10~0.40%のSiを添加した銅あるいは銅合金を採用するものである。

【0014】上述したように、銅あるいは、銅を主体とする銅合金は、その母材に接合することで優れた高熱伝導性を付与することができ、その溶接による接合とすることで、接合界面の強度維持にも有効である。しかし、溶接による接合の場合、その接合層内に微小気泡が発生し、それがき裂の発生、そして剥離の問題を生じることが、本発明者は知見した。

【0015】この現象について調査したところ、この微小気泡の発生は、その溶接の際の溶融プールへの雰囲気ガスの巻き込みによるところが大きいことを知見した。そこで、本発明者は、このガス巻き込みによる微小気泡の発生を抑制する手段を検討した結果、別段の溶接条件の変更を伴わずとも、効率よく微小気泡の発生を抑制し得る手段を見いだした。

【0016】すなわち、その接合する溶接接合材料である銅あるいは銅合金中に適量のSiを含ませる手段である。銅あるいは銅合金にSiを添加することで、溶接時に銅あるいは銅合金の溶融プールに混入する酸素を酸化物として存在せしめ、気体状態での存在を抑制することで、接合界面からのき裂・剥離を抑えることができるのである。

【0017】ただし、銅あるいは銅合金中のSiが0.05%未満となると本作用が低下し、接合層の剥離につながる程の微小気泡の発生が懸念される。よって、本発明の銅あるいは銅合金のSi含有量は0.05%以上、好ましくは0.10%以上とする。しかし、Si含有量が0.45%を超えると銅あるいは銅合金自体の熱伝導率の低下が著しくなることから、Si含有量の上限は0.45%、好ましくは0.40%とする。加えて、銅を採用した時のその好ましい純度は、Cu $\geq$ 99.0質量%である。

【0018】本発明の高熱伝導性複合材料は、高い熱伝導効率を必要とする分野として、例えば熱交換器や成形ロール、プラスチック成形金型、ダイカスト金型へ適用することができる。この場合、その使用において高負荷のかかる製品を例にとれば、その母材側を銅（合金銅）とした作業面とすることが好ましい。具体的には、質量%で、C:1.1%以下、Si:2.0%以下、Mn:2.0%以下、Cr:18.0%以下を含む鋼製母材とするものであって、特に高い焼入れ・焼戻し特性や、内部冷却特性の求められる金型に好ましい。

【0019】なお、上記の母材成分については、その他、Ni:0~4.0%、WまたはMoの1種または2種を(1/2W+Mo):0~12.0%、V:0~3.0%、Co:0~6.5%、Al:0~1.5%、Cu:0~3.0%など、その求められる特性・用途に合わせて選択し、調整された残部実質Feの母材とすることが可能である。例えばJIS-SKD61やSUS420J2が挙げられる。

【0020】加えて、本発明による溶接法は、具体的には肉盛溶接法が挙げられ、MIG溶接法やTIG溶接法、粉体肉盛溶接法といった一般的な方法によればよい。この場合、肉盛溶接は、母材の硬さ低下を抑えた上で、高い接合強度を得る手段として有利な方法であり、加えて、複雑な母材形状への接合にも対処できる。また、必要量の高熱伝導層を形成する上での高歩留り性、そして低製造コスト性にも優れる。

【0021】溶接接合について具体的に述べておくと、母材への銅あるいは銅合金の溶接を行なう場合、銅および銅合金へ鋼母材成分が混入すると、その混入部位の熱伝導率が急激に低下してしまう。さらには、銅や銅合金と鉄の固溶限は非常に低いため、溶接にて銅や銅合金内部へ過剰に溶け込んだ鉄は銅や銅合金中に析出し、割れを発生する原因となる。

【0022】そこで、母材に銅あるいは銅合金の肉盛層の少なくとも第1層目を形成する初層肉盛溶接の際には、母材成分の銅あるいは銅合金への混入を防ぐべく、母材の溶融を抑えることが重要である。よって、初層肉盛溶接を実施する際には、母材を水等で終始100℃以下に冷却しながら、例えば25V以下、200A以下のMIG溶接といった低エネルギーにて行なうことが好ましい。

【0023】第2層目からの肉盛溶接においては、銅あるいは銅合金の層に、銅あるいは銅合金の肉盛溶接を行なうこととなる。この場合、初期の肉盛層においては、上記第1層の溶接手法を採用してもよいが、肉盛される側の銅あるいは銅合金の層厚さが1~5mmの際には、200~300℃に母材を加熱するに加えて、例えば20V以上、200A以上のMIG溶接といった高エネルギー密度溶接を行なってもよい。肉盛される側の銅あるいは銅合金の層厚さが5mmを越える場合は、400~500℃に材料を加熱するに加えて、例えばパルスMIG溶接といった高エネルギー密度溶接を併用することで、溶接量を減少させながらも接合の良好な高熱伝導層を得ることができる。

【0024】以上、述べた本発明の高熱伝導性複合材料であれば、その接合強度に優れ、き裂の発生を抑えた高熱伝導層を、例えば多層肉盛溶接にて形成でき、10mm以上、さらには30mm以上の厚さでも形成することが可能である。

【0025】

【実施例】本発明の高熱伝導性複合材料を評価するに際し、その接合材料として表1に示す3種を用意した。なお、母材はJIS-SUS420J2 (C: 0.26%, Si: 0.39%, Mn: 0.73%, P: 0.0\*

\*26%, S: 0.001%, Ni: 0.20%, Cr: 12.33%, 残部Feおよび不純物)である。  
【0026】

【表1】

mass%					
	Cu	Si	Mn	Sn	区 分
接合材料1	99.45	0.16	0.19	0.16	本発明
接合材料2	99.04	0.48	0.20	0.18	比較例
接合材料3	99.99	0.002	0.001	<0.01	比較例 (純銅)

※残部不純物

【0027】母材は、980℃で焼入れ後、650℃で焼戻しされてHRC27の硬さに熱処理されている。そして、図1に示す形状(幅115mm、長さ150mm、高さ100mm)の母材に、表1の各接合材料を肉盛溶接し、同じく図1に示す形状(幅50mm、長さ150mm、高さ30mm)の高熱伝導層に仕上げた。なお、肉盛溶接の詳細は以下の通りである。

【0028】第1層(母材冷却適用)

溶接種 : MIG溶接

溶接電流 : 20V, 160A

雰囲気ガス : Ar

肉盛層厚さ : 3mm

第2～7層

溶接種 : パルスMIG溶接(第2層のみMIG溶接)

溶接電流 : 22V, 200Aより順次増加

雰囲気ガス : Ar

母材加熱温度: 250～500℃の範囲にて順次増加

肉盛層総厚さ: 27mm

【0029】作製した複合材料について、その接合材料1、3を用いたものの高熱伝導層の外観を正確に模写したスケッチを図2に示す。接合材料1を用いた複合材料には微小気泡とき裂は全く見られなかった。しかし、接合材料3(純銅)を用いた複合材料には微小気泡とき裂が観察された。

【0030】次に、作製した複合材料について、その母材との接合界面からの接合材料(高熱伝導層)側の熱伝導率をレーザフラッシュ法により測定した結果を図3に示す。熱伝導率の値は接合材料3(純銅)によるものが最も高く、次いで接合材料1のもの、最も低いのが接合材料2のものであった。

【0031】また、接合材料1を用いた本発明の複合材料について、その溶接の際の接合材料(高熱伝導層)側への母材成分Feの混入量を確認したところ、図4に示すように、母材側からのFe混入量が非常に少なく、鉄の混入が原因とされるき裂の発生も認められなかった。

【0032】加えて、上記肉盛溶接後の各複合材料に630℃にてひずみ取り焼鈍を行なったところ、HIP法にて懸念されるような母材と接合材料の熱膨張差に起因する剥離は確認されなかった。上記焼鈍後の母材側硬さを図5に示すが、接合材料1～3による複合金型それぞれに同様の硬さ変化であった。母材の接合界面近傍では、若干の硬さ上昇が見られたが、大部分は概ねHRC27の硬さ値を維持した。

【0033】以上の評価より、本発明を満たす接合材料を用いて得た複合材料の場合、その金型等への適用に十分な高熱伝導率を維持した上で、さらには溶接の際に生じる微小気泡の発生も抑制できることがわかる。加えて、溶接条件の最適化にもより、高熱伝導層への母材側からの成分混入も抑制できる。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、金型等への適用に十分な高熱伝導率を維持した上で、その高熱伝導層の微小気泡、き裂の発生を抑制でき、その接合強度を飛躍的に改善することができる。よって、高熱伝導性複合材料およびその用いてなるロールや金型等の実用化にとって欠くことのできない技術となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に使用した高熱伝導性複合材料の形状を示す図である。

【図2】複合材料の高熱伝導層の外観を示すスケッチであり、本発明の効果の一例を示す図である。

【図3】複合材料の母材との接合界面からの接合材料(高熱伝導層)側の熱伝導率を示す図であり、本発明の効果の一例を示す図である。

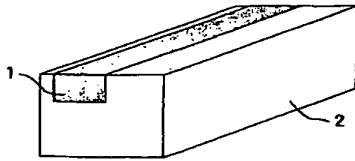
【図4】複合材料の母材側からの接合材料(高熱伝導層)側へのFe混入量を相対的に示す一例の図である。

【図5】複合材料にひずみ取り焼鈍を行なった場合の母材側硬さの一例を示す図である。

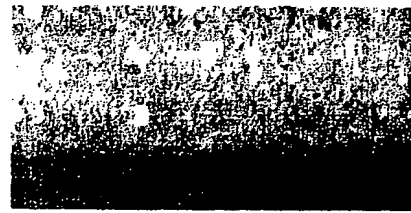
【符号の説明】

1. 高熱伝導層、2. 母材

【図1】



【図2】



高熱伝導層  
(接合材料1)

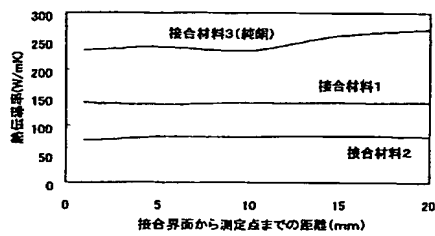
← 接合界面  
母材



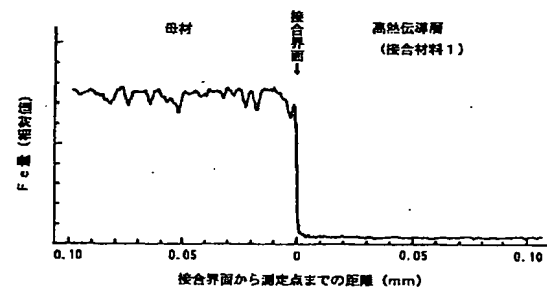
高熱伝導層  
(接合材料3)

← 接合界面  
母材

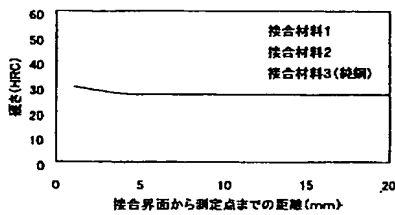
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

B 2 9 C 33/38

C 2 2 C 38/00

38/38

識別記号

3 0 2

F I

B 2 9 C 33/38

C 2 2 C 38/00

38/38

テマコード (参考)

3 0 2 Z

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the  
original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents will not correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**